41·3

Das

Aether-Verfahren beim Frühtreiben

mit besonderer Berücksichtigung

der Fliedertreiberei.

Von Wilhelm Ludvig

W. Johannsen

ord. Lector der Pflanzenphysiologie an der Kgl. dänischen landw. Hochschule in Kopenhagen.

Mit 4 Figuren im Text.



Jena
Verlag von Gustav Fischer
1900.

Vorwort.

Indem ich hiermit der weiteren Oeffentlichkeit eine besonders für gärtnerische Praxis bestimmte Anleitung zum Aetherisiren ruhender Pflanzen übergebe, wünsche ich ausdrücklich hervorzuheben, dass Aufforderungen von sehr verschiedener Seite mir den Muth dazu gegeben haben; ist es ja immerhin eine gewagte Sache für den Theoretiker, direct in die Praxis belehrend eingreifen zu wollen. Die Thatsache aber, dass meine Methode — welche als Nebenproduct pflanzenphysiologischer Forschung aufgefasst werden muss — in mehreren dänischen Treibereien mit gutem Erfolg eingeführt ist und dauernde, erweiterte Verwendung findet, giebt mir allerdings die sichere Hoffnung, dass auch weitere Kreise daraus Nutzen ziehen werden.

Weil ich noch nicht auf die mit Litteratur-Angaben versehene ausführliche wissenschaftliche Publication[1]) meiner betreffenden Untersuchungen hinweisen kann, fühle ich es als Pflicht, gleich hier die Namen dreier Forscher zu nennen, ohne deren Arbeiten ich kaum zu meinen Resultaten gekommen wäre: *Claude Bernard,* der verstorbene grosse französische Forscher,

---

1) Ein Theil der Untersuchungen, betreffend den Stoffwechsel reifender und ruhender Pflanzenorgane, ist in dänischer Sprache ausführlich publicirt im Jahre 1897 (*Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, nat.-math. Afdel. Bd. 8. Heft 5.*). Eine deutsche Originalausgabe wird vorbereitet.

durch dessen geistvolle bahnbrechende Werke mein Blick überhaupt auf die wunderbaren Wirkungen des Aethers und Chloroforms gerichtet wurde, *Hermann Müller-Thurgau,* dessen schöne bei weitem nicht genug berücksichtigte Untersuchungen über den Stoffwechsel ruhender Pflanzenorgane ein directer Ausgangspunkt meiner Experimente waren, und *W. Pfeffer,* in dessen berühmten Untersuchungen über periodische Bewegungen ich wesentliche Stütz- und Ausgangspunkte für die mehr theoretische Richtung meiner Forschungen gefunden habe. Um auf der anderen Seite meine Priorität sicher zu stellen, sei hier mitgetheilt, dass die ersten mittelst des Aether-Verfahrens hervorgetriebenen Blumen der Königlichen dänischen Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 17. November 1893 vorgelegt wurden, nachdem meine Untersuchungen über Anästhesie der Pflanzen schon 1890 begonnen waren. Schliesslich möchte ich hervorheben, dass meine Studien ganz wesentlich gefördert worden sind durch Unterstützung seitens des hiesigen Carlsberg-Fonds.

Kopenhagen, Januar 1900,
Pflanzenphysiologisches Laboratorium der Kgl. landw. Hochschule.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Vorwort.	
1. Zur Orientirung über die Ruheperiode	7
Ruhe und gezwungene Unwirksamkeit	7
Reifegrad und Ruheperiode	9
Ruhephasen	10
2. Die praktische Ausführung des Aetherisirens	13
Der Aether	13
Feuersgefahr	14
Der Aetherisirungsraum	14
Temperaturverhältnisse	16
Einbringung der Pflanzen in den Aetherkasten	17
Dauer der Aetherwirkung	18
Zur Berechnung der Aetherdosen	18
Dosisangaben für die Praxis	20
Zusammenfassung der Hauptpunkte des Aetherisirens	21
3. Das Treiben nach dem Aetherisiren	22
4. Vortheile des Aether-Verfahrens und die Begrenzung seiner Anwendung	23

I. Zur Orientirung über die Ruheperiode.

Ruhe und gezwungene Unwirksamkeit. Die sogenannten Ruheperioden der Vegetation sind Perioden, in welchen das Wachsthum ganz oder doch fast ganz eingestellt ist. Die Ursachen der Ruheperiode kennen wir nicht. Wir müssen sie als „innere Ursachen" bezeichnen und die Hypothesen, welche man aufgestellt hat, um die Ruhe zu erklären, sind bis jetzt alle verfehlt gewesen. Wir können nur sagen, dass die genannte, wie viele andere Aeusserungen von Periodicität so tief in der Organisation begründet sind, dass wir sie ohnehin als Charaktere der betreffenden lebenden Wesen mitnehmen müssen. Die Anpassung an das Klima, z. B. das augenfällige natürliche Eintreten der Ruhe bei den Knospen unserer Bäume, besteht demnach nicht darin, dass es überhaupt eine Ruhe giebt, sondern eben darin, dass die Ruheperiode rechtzeitig vor der kalten und dunkelen Jahreszeit eintritt. Das gleiche zeigt sich bei Pflanzen mit Sommer-Ruhe, z. B. Anemonen u. s. w. Dabei muss aber hervorgehoben werden, dass es immerhin eine nicht geringe Variabilität giebt, derart, dass bei weitem nicht alle Individuen derselben Art oder alle ebenbürtigen Knospen desselben Baumes gleichzeitig in Ruhe gehen, resp. aus der Ruhe treten. In Berücksichtigung dieser Thatsachen hat der Gärtner bekanntlich ein Mittel „frühe" und „späte" Kulturformen auszubilden. — In den Ruheperioden ist

der Stoffwechsel durchaus nicht aufgehoben, unter Umständen können bedeutende chemische Umsetzungen in den ruhenden Organen vor sich gehen, besonders wenn solche Organe einigermaßen warm gestellt sind.

Etwas ganz anderes als eine Ruheperiode aus inneren Ursachen ist die totale Unwirksamkeit, welche bei Pflanzen und Pflanzentheilen eintritt, wenn ungünstige äussere Verhältnisse die Lebenserscheinungen unmöglich machen. Starke Kälte oder weitgehendes Austrocknen hebt alle Lebenswirksamkeit auf, also sowohl Wachsthum und Bewegung als Stoffwechselthätigkeit. Viele Pflanzen oder Pflanzentheile würden allerdings bei solcher Behandlung zu Grunde gehen — erfrieren oder vertrocknen — andere können aber solche vorübergehende totale Unwirksamkeits-Zustände sehr wohl vertragen, wie es z. B. viele Sämereien zeigen und, mit Bezug auf Kälte, z. B. die Wintersaat sowie die Bäume und Sträucher des freien Landes. Es mag dahingestellt sein, ob überhaupt durch ungünstige äußere Verhältnisse die Lebenserscheinungen zum absoluten Stillstand gebracht werden können, ohne den Tod herbeizuführen. Darum handelt es sich hier nicht. Festgehalten muss aber werden, dass Kälte und Trockenheit ganz direct die Lebensäusserungen abschwächen, und diese Abschwächung kann soweit gehen, dass Wachsthum und Stoffwechel praktisch gesprochen still stehen. Dieser Stillstand kann mit „Ruhe" (im obigen Sinne) nur zu leicht verwechselt werden; sagt man ja häufig, dass der trockne Samen „ruht", bis er befeuchtet wird, dann keimt er. Der Ausdruck „Ruhe" wird eben in zweideutiger Weise benutzt. In Ermangelung eines passenden Wortes werde ich den Ausdruck „gezwungene Unwirksamkeit" anwenden, um damit den nur durch äussere Verhältnisse bedingten Stillstand des Lebens zu bezeichnen: Ein keimfähiges, trockenes Gerstenkorn ist also in „gezwungener Unwirksamkeit" bis es Wasser bekommt; das frisch geerntete Korn aber, das trotz Ausquellung

nicht keimen will, ist in „Ruhe“. Man versteht nun auch, dass eine Knospe, die im Herbst in „Ruhe“ ist, in den kalten Zeiten des Winters auch noch in gezwungener Unwirksamkeit verharrt. Und wenn, wie bei vielen sogenannten frühen Sträuchern, z. B. mehreren Weiden, die Ruheperiode schon frühzeitig, etwa im November ausklingt, so werden solche Pflanzen nur durch Kälte in gezwungener Unwirksamkeit gehalten: diese Unwirksamkeit hört eben auf, sobald die Kälte nachlässt. Will man also die Ruheperiode rein haben, ohne Complication mit gezwungener Unwirksamkeit, müssen die Pflanzen passend warm und feucht gestellt werden. Mit anderen Worten, man muss den Pflanzen solche Bedingungen geben, dass die äusseren Verhältnisse nicht der Lebenswirksamkeit hinderlich sind. Es ist eine Voraussetzung aller folgenden Auseinandersetzungen, dass überall, wenn nicht anders gesagt wird, das Verhalten der (direct aus dem Freien geholten) Pflanzen bei gewöhnlicher Stubentemperatur (etwa 17—19° C) und bei guter — nicht übermässiger — Wasserversorgung gemeint wird.

Reifegrad und Ruheperiode. Allgemein verbreitet ist die Vorstellung, dass je reifer ein Pflanzenorgan, z. B. je reifer das Holz oder je reifer die Samen, um so leichter wird das Austreiben resp. Keimen gelingen. Diese Auffassung ist ein grosser Irrthum. Allerdings kommt bekanntlich die Ruheperiode früher zum Abschluss, je früher und je vollkommener die Reifungsvorgänge verlaufen sind (z. B. nach warmen Sommern), aber auf der anderen Seite gelingt das Austreiben oder die Keimung sehr oft viel besser auf einem weniger reifen Stadium als in reiferen. Um zunächst ein Beispiel in Bezug auf Samen zu geben, keimten frisch aus den Schoten ausgenommene, grünreife Samen des weissen Senfs viel schneller als frisch ausgenommene gelbreife Samen; am schnellsten keimten hier aber die soeben ganz reifen Samen (was bei anderen Samen nicht immer der Fall ist). Der kleine operative Eingriff ist der Factor gewesen, welcher (indirect) die Keimung der normal,

in der Schote, nicht auskeimenden grünreifen Samen veranlasst hat. Nimmt man irgend eine Laubholzart in Betracht, Buche, Esche, Ahorn, Flieder u. s. w., so ist es eine bekannte Thatsache, dass Entlaubung im Frühsommer zur Folge hat, dass die jungen Knospen sich nicht weiter zu ruhenden Winterknospen entwickeln, sondern schleunigst treiben, dem betreffenden Baume neuen Laubschmuck gebend. Der operative Eingriff (Entlauben) hat auch hier, wohl nur indirect[1]), den Stoss zum frühen Austreiben gegeben. Entlaubung später im Sommer hat, von einem gewissen Zeitpunkt an, nicht mehr diese Wirkung, die überdies schwächer und schwächer wird, je näher man dem eben erwähnten, vom Jahrescharakter stark beeinflussten Zeitpunkte kommt. Um die Zeit, wo in den betreffenden jungen Knospen die Blüthen angelegt werden, habe ich bei Flieder (*Syringa vulg.*) nie Austreiben nach Entlaubung gesehen und schon deshalb durch dieses Mittel nicht frühzeitiges Blühen erreicht.

Ruhephasen. Wie man nun derartige Resultate der Untersuchung im Näheren erklären mag, so steht als Thatsache fest, dass sowohl bei den erwähnten Samen als bei den Bäumen und Sträuchern ein operativer Eingriff auf einem gewissen Stadium der Unreife frühzeitiges Keimen resp. Austreiben veranlasst, wie solches nicht unter normalen Verhältnissen geschieht. Die noch nicht in gänzliche Ruhe getretenen Organe lassen sich offenbar leichter zu schneller, entfaltender Wachsthumsthätigkeit reizen, als die tiefer in Ruhe befindlichen, während selbstverständlich am

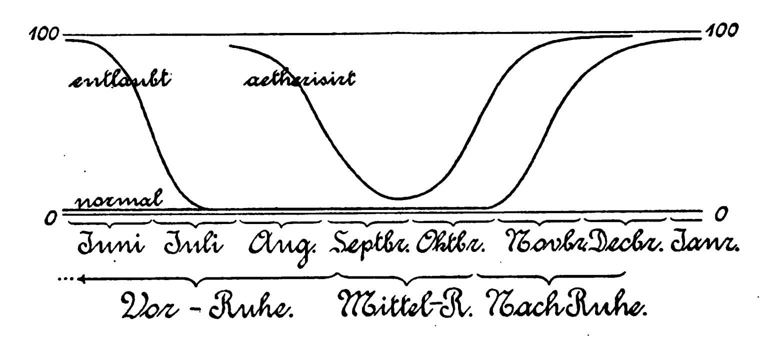
1) Eine nicht uninteressante Thatsache möchte ich hier mittheilen. Wenn man nur einem einzelnen Zweige oder doch nur einem Minimum der Zweige das Laub nimmt, treiben die betreffenden Zweige nicht aus, sie werden von den sitzen gebliebenen Blättern ernährt, meist allerdings bedeutend spärlicher als die das Laub tragenden Zweige, deren Winterknospen grösser werden. Mitunter werden jedoch einzelne entlaubte Zweige ebenso gut ernährt als die belaubten, so dass nach Laubfall kein Unterschied zu sehen ist.

Schlusse der Ruheperiode das Austreiben wieder leichter geschieht. Die Resultate des Aether-Verfahrens haben, wie es unten näher geschildert wird, diese Auffassung sehr schön bestätigt. Daraufhin möchte ich die Ruheperiode in drei Phasen scheiden: Vor-Ruhe, Mittel-Ruhe und Nach-Ruhe. Die ganze Periode ist der Ausdruck einer Schwingung: abnehmende Austreibungsfähigkeit — gänzliche Ruhe — zunehmende Austreibungsfähigkeit. Halten wir uns an den Flieder als Beispiel, so kann man wohl sagen, dass die Winterknospen von ihrer ersten Anlage ab gewissermaassen in Vor-Ruhe sind, etwa bis zum Hochsommer, dann in Mittel-Ruhe bis etwa Ende October, nach welcher Zeit die Nach-Ruhe allmählich eintritt, bis die sämmtlichen Knospen, etwa gegen Ende December oder Anfangs Januar, ganz aus der Ruhe getreten sind und nur noch durch die kalte Jahreszeit in gezwungener Unwirksamkeit gehalten werden. Für verschiedene Varietäten und in verschiedenen Jahren, sowie nach verschiedener Kulturweise sind die Zeitpunkte der verschiedenen Ruhephasen wohl verschieden; obige Beispiele sind deshalb nur als ganz allgemeine Illustration zu betrachten. Man könnte die ganze Ruhe-Schwingung durch ein einfaches graphisches Schema veranschaulichen, etwa wie in untenstehender Fig. 1. Die mit *o* bezeichnete untere horizontale Linie bedeutet den tiefsten Stand des Wachsthums, d. h. gänzliche Ruhe: absolut keine Wachsthumsthätigkeit, während die mit *100* bezeichnete obere Linie den höchsten Grad der Austreibungsfähigkeit angiebt, wie sie sich etwa bei gewöhnlicher Gewächshaus- oder Stubentemperatur zeigen kann[1]. Höchst wahrscheinlich werden diese beiden Grenzen nie völlig erreicht,

---

1) Höhere Wärme wirkt nicht nur (jedoch nur bis zu einem gewissen Grade) im Allgemeinen beschleunigend auf das Wachsthum, wenn solches überhaupt vorgeht; vorübergehende starke Hitze scheint auch als Reiz, wodurch die Ruhe etwas abgekürzt wird, wirken zu können, ähnlich wie das für Kälte und Eintrocknen längst bekannt ist. Die Aetherwirkung bietet mit diesen Wirkungen gewisse Uebereinstimmungen dar.

jedenfalls nicht für sämmtliche Knospen eines Baumes. Das Schema drückt den Durchschnittszustand sämmtlicher für die praktische Treiberei Werth bekommenden Knospen einer Serie von Pflanzen derselben Kultur aus. Indem unter diesen Knospen eine durchaus nicht unwesentliche Variation vorkommt, hat man eben die im Schema sich zeigenden allmählichen Uebergänge.



Syringa vulg. (Charles X)
1897

Fig. 1. Schematische Darstellung des Verlaufs der Ruheperiode beim Flieder (Syringa vulg., Charles X, Topfpflanzen; Kopenhagener Kultur 1897). Die Figur bringt das Verhalten normaler, entlaubter und ätherisirter Pflanzen zur Anschauung. Vergl. den Text.

Bei einer einzelnen, gegebenen Knospe würden die Uebergänge zwischen den Phasen der Ruheperiode viel schärfer auszudrücken sein, für die Praxis aber lohnt sich das Treiben nur sobald eine nicht zu kleine Majorität der werthvollen Knospen sich austreiben lassen. Das Schema zeigt neben dem normalen Verhalten des Flieders der betreffenden Kultur, bis zu welchem Zeitpunkte die entlaubten Bäumchen ihre jungen Knospen austreiben liessen; wie oben gesagt, sind um die Zeit die Blüthen noch nicht angelegt, die Knospen haben also noch keinen Werth. Ferner giebt die mit ätherisirt bezeichnete Linie Aufschluss über das Ver-

halten ätherisirter Pflanzen: man sieht sofort, dass die Wirkung des Aethers sehr gross ist in der Vor-Ruhe (auch nachdem die Blüthen angelegt sind!) und in der Nach-Ruhe. Durch das Aetherisiren erkennt man erst deutlich die enger begrenzte Mittel-Ruhe, während welcher Phase die Aetherwirkung sehr gering und für die Praxis werthlos ist. Uebrigens kann die Mittel-Ruhe fast verschwindend kurz sein, z. B. bei *Salix acutifolia* (Kätzchen-Knospen). Das wesentliche Interesse für die Praxis wird wohl das Verhalten in der Nach-Ruhe haben. Ich gehe nun zur Schilderung des Aetherisirens über; auf theoretische Betrachtungen zur Erklärung der Aetherwirkungen werde ich mich in dieser kleinen Schrift nicht weiter einlassen können — auf die ausführliche Publication sei hier nur hingewiesen.

2. Die praktische Ausführung des Aetherisirens.

Der Aether. Der zu verwendende Aether ist derselbe Stoff, welcher häufig in der Medicin (z. B. mit Alkohol gemischt als „Hoffmannstropfen“) benutzt wird, also gewöhnlicher wasserhaltiger Aether: Aethyl-Aether, auch Aether sulphuricus genannt, nicht zu verwechseln mit Petroleumäther u. dergl. Der Aether ist eine leicht bewegliche, farblose Flüssigkeit, ein Liter wiegt ungefähr 720 Gramm bei gewöhnlicher Stubentemperatur. Der Aether ist sehr flüchtig; die Dämpfe haben ein weit grösseres specifisches Gewicht als die atmosphärische Luft, sie sinken deshalb zunächst rasch nach unten, was bei der ausserordentlich leichten Entzündbarkeit des Stoffes wohl zu berücksichtigen ist. Daraus ergiebt sich ferner die Grundregel, den Aether immer im obersten Theile des Aetherisirungsraumes anzubringen. Der Aether ist in jedem grösseren Drogengeschäft käuflich. Der Preis ist jetzt in Deutschland ungefähr 1,25 Mk. per Kilogramm, also etwa 90 Pf. per Liter.

Feuersgefahr. Wie schon hervorgehoben, ist der Aether sehr leicht entzündlich und kann mit explosionsartiger Gewaltsamkeit verbrennen. Die mit Aetherdampf gemischte Luft im Aetherisirungsraum explodirt augenblicklich, falls ein brennendes Zündhölzchen oder eine brennende Kerze damit in Berührung kommt. Es ist deshalb eine Grundregel, die ich stark betonen muss, immer nur bei Tageslicht den Aether anzubringen, resp. die Pflanzen aus dem Aetherkasten herauszunehmen. Ferner darf im betreffenden Zimmer kein Feuer im Ofen sein, während der Kasten nach dem Aetherisiren geöffnet wird. Nichtbeachtung der Feuergefährlichkeit kann also grösses Unglück veranlassen; mit genügender Vorsicht riskirt man aber nichts.

Der Aetherisirungsraum. Die grosse Flüchtigkeit des Aethers macht es nöthig, einen dichten Raum zu haben, in welchem die Pflanzen während der Aetherwirkung verweilen können. Für kleinere Versuche, z. B. mit Tulpen oder Convallen, habe ich grössere Glascylinder mit eingeschliffenem Stopfen benutzt, auch lassen sich Blechbüchsen, oben mit gutem Deckel versehen, sehr wohl verwenden. Für grössere Versuche sowie für die Praxis dürften jedoch Holzkästen passender Grösse am einfachsten und billigsten zu verwenden sein. Man kann selbstverständlich den Kasten nach Belieben construiren, nur muss er genügend dicht sein. Gutes gelagertes Kiefern- oder Fichtenholz ist für den Bau sehr geeignet; die Bretter können etwa 2 cm dick sein und müssen sorgfältig, fest zusammengefügt sein. Wenn fertig gebaut, wird der Kasten überall inwendig mit Stanniol, etwa in gewöhnlichen Tischlerleim gelegt, ausgekleidet[1]) und schliesslich wird der Kasten auswendig mit hart werdender Oelfarbe angestrichen. Die nebenstehenden Fig. 2—4 illustriren diejenige Construction, welche

1) Ich kann auch eine innere Glasirung mittelst Chromatleim empfehlen: für jedes Kilo trockenen Leims werden etwa 100 g zweifach chromsaures Kali benutzt. Dieser Stoff wird in der heissen Leimlösung aufgelöst.

ich jetzt als die beste bezeichnen muss, und wie sie hier in Kopenhagen auch bei Gärtnern verwendet wird. Die Zeichnung giebt für jeden Tischler die Details der Construction mit genügender Deutlichkeit an. Hervorheben möchte ich nur, dass der

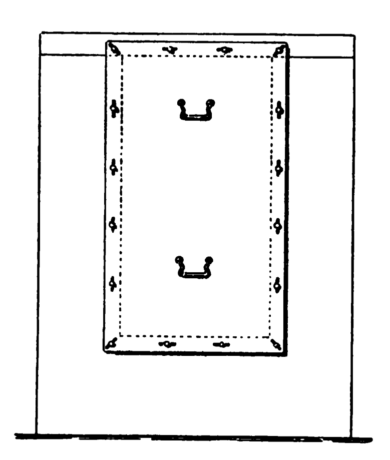


Fig. 2. Vorderansicht.

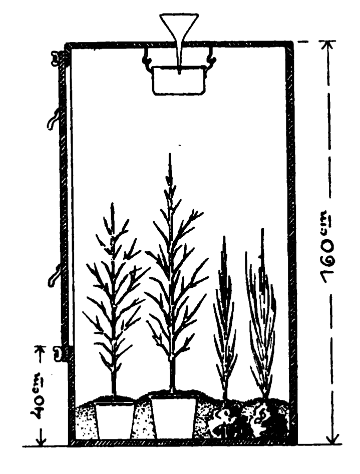


Fig. 3. Vertical-Durchschnitt.

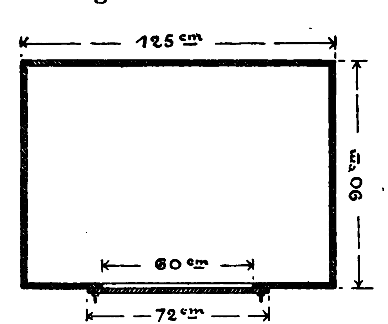


Fig. 4. Horizontal-Durchschnitt.

Fig. 2—4. Construction eines Aetherisirungskastens. An der Thür sind zwei Handgriffe angebracht. Die Töpfe oder die Wurzelballen der Pflanzen sind mit trockenem Sande bedeckt. Die den Deckel festhaltenden Schnallen sind nicht gezeichnet. Vergl. übrigens den Text.

in eine Fälsung passende Deckel sowie die Thür mittelst Schnallen bezw. Flügelschrauben festzuhalten sind, und durch zwischengelegte, mit Nägelchen angeschlagene Wattedichtungsleisten wird für genügende Dichte gesorgt. Besondere Sorgfalt muss auf Dichtung der Thür angewendet werden, indem der Aetherdampf, wie gesagt,

am leichtesten nach unten entweicht. Deshalb benutzte ich in der letzten Zeit häufig Gypsbrei als Dichtungsmasse an der Thür: gewöhnlicher gebrannter Gyps, mit Wasser zu einer breiigen Masse angerührt, wird mit der Hand längs den Rändern der Thür angeschmiert. Um dadurch nicht die Schrauben und Watteleisten zu schädigen, ist die Thür so breit gemacht, dass sie bedeutend über den Ausschnitt am Kasten greift, wie es die Zeichnung andeutet. In der Mitte des Deckels ist ein kleines, mit einem Korkstopfen zu verschliessendes Loch gebohrt. Darunter sind zwei Haken eingeschraubt, mittelst welchen eine Kasserolle, ein Eimerchen oder dergleichen aufgehängt wird. In diesen für die Aufnahme des Aethers bestimmten Behälter wird ein grösseres Stück Watte oder ein passendes Tuch gelegt, welches als Docht die Verdunstung des Aethers beschleunigen soll. Wenn die Pflanzen im Kasten angebracht und Deckel und Thür dicht geschlossen sind, wird mittelst eines Trichters der Aether durch das Loch ruhig eingegossen. Das Loch wird mit dem Korke geschlossen und im Innern des Kastens fängt der Aether sofort zu verdunsten an und seine Wirkung auf die Pflanzen beginnt. Selbstverständlich kann man einen Kasten ohne Thür sehr wohl benutzen, nur wird die Arbeit beim Einsetzen der Pflanzen dadurch erschwert. Auch kann man mit loser Thür und festem Deckel u. s. w. arbeiten je nach Belieben, und durch Einsetzen von Fensterscheiben kann man Einblick in den Kasten erhalten u. s. w. Die Hauptsache bei der Construction ist und bleibt: für genügende Dichte zu sorgen; absolute Dichte erreicht man allerdings nicht. Bei Spaltenbildungen am Kasten kann man mit Glaserkitt oder Gypsbrei nachdichten. Die Watteleisten müssen ab und zu erneut werden. Durch den charakteristischen Aethergeruch erkennt man — mit der Nase — leicht etwaige undichte Stellen am Kasten.

Temperaturverhältnisse. Der Einfluss des Aetherdampfes auf die Pflanzen ist bei verschiedener Temperatur ein höchst ver-

schiedener: je höhere Temperatur, je gewaltsamere Wirkung einer gegebenen Aethermenge. Eine Aetherdosis, welche in 24 Stunden bei 0° C fast keine Wirkung ausübt, kann in gleicher Zeit bei 30° C die Pflanzen ganz ernstlich schädigen oder sie töten. Die Dosen, welche unten empfohlen werden, haben nur Geltung für eine Temperatur von etwa 17—19° C. Der Aetherisirungskasten muss bei dieser Temperatur, gewöhnlicher Stubentemperatur, gehalten werden. Im Laufe der Nacht darf die Temperatur jedoch gern bis auf etwa 14° C sinken, und auf der anderen Seite schadet eine ganz vorübergehende Erhöhung der Temperatur bis auf 20 und 21° C nichts. Mit niedrigen Temperaturen habe ich nicht in Bezug auf Praxis Erfahrungen gemacht; ich weiss also nicht, ob bei etwa 10 oder 12° C durch verhältnissmässige Verstärkung der Aetherdosen Resultate erreicht werden können. Dagegen ist es sicher, dass bei 25—30° C eine bedeutende Verkleinerung der Aethermenge mit gutem Erfolg benutzt werden kann. Es muss aber den Praktikern überlassen bleiben, Versuche selbst anzustellen; hier halten wir uns also nur an die Verhältnisse bei gewöhnlicher Stubentemperatur. Bei Innehaltung dieser während des Aetherisirens hat man eben die guten Erfolge gehabt.

Einbringung der Pflanzen in den Aetherkasten. Wenn Topfpflanzen ätherisirt werden sollen, werden sie dicht neben einander aufrecht gestellt, die Töpfe mit trockenem Sande entweder ganz oder bis zur halben Höhe bedeckt. Die Wurzeln leiden nämlich mitunter[1]), wenn diese Vorsichtsmaassregel nicht beachtet wird. Der Sand trägt übrigens dazu bei, die Dichtigkeit des Kastens zu erhöhen. Der Sand muss ganz trocken sein, sonst wird viel Aether eingesaugt! Man kann auch, bei

1) Es ist nicht immer der Fall, vielleicht hängt es mit dem Feuchtigkeitsgrad der Erde zusammen. Ich kann keine genauere Mittheilung hier geben. Jedenfalls ist es gut, eine nicht zu kleine Schicht Sand am Boden des Kastens zu haben. Siehe die Nachschrift S. 27.

grösseren Aetherkästen, zwei Schichten von Töpfen auf einander stellen. Beim Aetherisiren von Pflanzen aus freiem Lande wurden die Wurzeln mit Erdballen ganz mit Sand zugedeckt. Die Erde darf in beiden Fällen nicht sehr nass sein, jedoch darf Wasser nicht fehlen. Wenn die Pflanzen zu hoch sind, können die Zweige sehr wohl gebeugt werden, um Platz im Kasten zu finden; selbstverständlich muss man dafür sorgen, dass die oberen Knospen nicht dabei gestossen werden. Man kann die Pflanzen sehr wohl mit zusammengebundenen Aesten in den Kasten bringen, um die Knospen beim späteren Herausnehmen besser zu schützen. Die Erde in den Töpfen, resp. die Erdballen dürfen nicht zu kalt sein; ist das der Fall, so kann man den Kasten einen Tag vor dem Aetherzugiessen mit den betreffenden Pflanzen beschicken; dann wird alles am Aetherisirungstage richtig temperirt sein.

Dauer der Aetherwirkung. Gewöhnlich wird es am passendsten sein, den Aetherdampf 48 Stunden einwirken zu lassen. Am Ende der Ruheperiode werden oft 24 oder 30 Stunden genügen. Im Anfang der Nach-Ruhe sowie in der Vor-Ruhe (bei Flieder) kann 72 Stunden Wirkungszeit nützlich sein. Längere Zeit ist nicht zu empfehlen. Sehr gute Resultate bekommt man häufig durch zweimaliges Aetherisiren: zunächst 48 Stunden, dann Auslüftung des Kastens, welcher nun 48 Stunden leicht verschlossen gehalten wird, und schliesslich wieder 48 Stunden Aetherwirkung in dicht geschlossenem Kasten. Von den Fliedersorten verträgt *Marie Legray* jedoch nicht so gut zweimaliges Aetherisiren wie robustere, spätere Sorten.

Zur Berechnung der Aetherdosen. In meinen Versuchen habe ich immer bestimmte Mengen flüssigen Aethers pro Liter Luftraum angewendet. Die Pflanzen saugen aus ätherhaltiger Luft eine vom Aethergehalt der Luftmischung abhängige Aethermenge ein. Dann sind die Pflanzen mit Aether so gesättigt, wie es eben bei gegebenem Aethergehalt möglich ist. Aethergehalt der Luft-

mischung und Aether-Sättigungsgrad der Pflanzen stehen also in einem gewissen Gleichgewicht. Die Pflanzen saugen aber verhältnissmässig viel Aether ein — wie dies auch Wasser thut — deshalb muss den Pflanzen eine nicht zu geringe Menge Aether-Luft-Mischung zu Gebote stehen. Ist das nicht der Fall, wird das Einsaugen von Aether bald aufhören, indem die Luft an Aether bedeutend ärmer wird. Bei genügend grossem Luftraume kann man bei Berechnung der Aethermenge von der Pflanzenmasse absehen. Praktische Erfahrung hat mir gelehrt, dass dies sehr wohl angeht, wenn der Aetherkasten beschickt wird, wie oben angegeben. Es wird also die Aetherdosis einfach nach dem inneren Raume des Kastens berechnet. Wenn Sand benutzt wird, muss man die halbe Höhe der Sand- und Erdschicht (resp. der Sand- und Topfschicht) abziehen; wenn z. B. die Sand- und Topfschicht 14 cm hoch ist, werden von der inneren Höhe des Kastens 7 cm abgezogen, ehe man den Raum berechnet. Bei Versuchen in kleinem Maassstabe drückt man den Raum in Litern aus, so z. B. bei Anwendung von Gläsern; in der Praxis ist es einfacher, mit Hectoliter zu rechnen und dabei überhaupt nur eine Decimalstelle zu berücksichtigen. Für die Praxis ist es am einfachsten, den Aether abzuwägen. Die Dosen variiren zwischen 30—45 Gramm flüssigen Aethers pro Hectoliter Luftraum. Wünscht man ausdrücklich die Aethermenge abzumessen, dann berechnet man aus den Gewichtsangaben (in Gramm ausgedrückt) die Maassangabe (in Cubikcentimetern) durch Multiplication mit 1,4. Z. B. 36 g Aether entsprechen ca. 50 Ccm.

Will man in Wasser stehende Zweige ätherisiren — um z. B einen Vorversuch etwa mit *Salix acutifolia* im September zu machen — so ist die bedeutende Aethereinsaugung des Wassers zu berücksichtigen, um nicht ganz irreleitende Resultate zu bekommen. Bei Gleichgewicht zwischen Aethergehalt der Luft und Aether-Sättigungsgrad des Wassers enthält das Wasser pro

Liter etwa 22mal so viel Aether gelöst, als in der Luft pro Liter verdunstet ist[1]). Wünscht man — um gleich ein Beispiel zu geben — ein Cylinderglas, welches 10 Liter fasst, als Aetherisirungsgefäss zu benutzen, so genügen etwa 4 g Aether, um einige trocken eingestellte Zweige zu ätherisiren, also 0,4 g pro Liter Luft. Wenn aber Wasser dabei sein soll, muss die Menge desselben bestimmt sein, sagen wir 1 Liter. Einem Liter Wasser muss die 22fache Aethermenge zugesetzt werden, um in Aethergleichgewicht mit der Luft zu stehen: dem einen Liter Wasser wird also 22 . 0,4 = 8,8 g Aether zugefügt (Wasser und Aether werden in einer besonderen Flasche bis zur Lösung geschüttelt), die restirenden 9 Liter Luftraum fordern dagegen nur 9 . 0,4 = 3,6 g flüssigen Aether, welche auf ein im Raume aufgehängtes Schwämmchen oder dergleichen zur Verdunstung gebracht werden. Die Nichtberücksichtigung der starken Einsaugung des Aethers seitens des Wassers hat mitunter zu ganz irrigen Anschauungen über Aetherwirkungen geführt. Populär ausgedrückt, kann man den Sachverhalt auch so darstellen: Der Aether wirkt, in der Luft vertheilt, ca. 22 mal stärker auf die Pflanzen ein, als in Wasser gelöst — falls der Luftraum genügend gross ist.

Dosisangaben für die Praxis. Die folgenden Angaben gelten für Stubentemperatur bei dicht geschlossenem Kasten und verstehen sich pro Hectoliter Luftraum (siehe oben bezüglich der Berechnung).

Fliedersorten (*Syringa*). Im Allgemeinen 35—40 g. *Charles X* verträgt gut 42 oder noch mehr Gramm, wenn es kräftige, wohl ausgereifte Pflanzen sind. Dagegen ist *Marie Legray* am besten mit nur 35 g gedient. *Marly rouge* und *Andenken an Späth* habe ich bis jetzt nicht mehr als bis 40 g gegeben. Der ganze Kulturstand der Pflanzen bedingt wohl eine gewisse

1) Man versteht daraus die Wichtigkeit der Verwendung von trockenem Sande am Boden des Aetherkastens.

Variation in Betreff der Empfindlichkeit. Es empfiehlt sich überhaupt erst in kleinerem Maassstabe zu versuchen.

Azalea mollis u. dergl. 35—40 g. *A. indica* wie überhaupt immergrüne Sträucher verlieren ihre Blätter beim Aetherisiren.

Viburnum Opulus 38—42 g.

Amygdalaceen, nämlich *Amygdalus, Persica, Prunus triloba* 30—35 g, robustere Formen etwa bis 38 g.

Spiraea-Sorten 32—38 g.

Pyrus, „floribunde“ Varietäten, 35—40 g.

Staphylea colchica 35—40 g.

Deutzia gracilis 35—40 g.

Lilien-Convallen vor dem Einpflanzen 30—35 g; retardirte Convallen sind nicht zu ätherisiren.

Tulpen, eingepflanzt, erst nachdem die Wurzelentwicklung beendigt ist zu ätherisiren, 20—25 g. Während der Aetherwirkung geschieht ein enormes Wachsthum.

Zusammenfassung der Hauptpunkte des Aetherisirens.

1) Den richtigen Stoff anzuwenden: wasserhaltiger Aethyläther, gewöhnlicher „Aether sulphuricus“.

2) Die Feuergefährlichkeit des Aethers und des Aetherdampfes nicht zu vergessen.

3) Ein dichter, stanniolbekleideter oder glasirter Holzkasten. Aetherverdunstungsgefäss oben anbringen.

4) Stubentemperatur (17—19° C) am Tage, in der Nacht Sinken der Temperatur bis etwa 14° C erlaubt.

5) Dauer der Einwirkung meist 48 Stunden. Auch häufig: 48 Stunden Aetherisiren, dann 48 Stunden Luft und schliesslich wieder 48 Stunden Aetherwirkung.

6) Dosis für Sträucher 30—40 g flüssigen Aether pro Hectoliter Luftraum im Kasten.

7) Nach Schluss der Aetherwirkung die Pflanzen gleich ins Warmhaus zu bringen (s. unten).

3. Das Treiben nach dem Aetherisiren.

Sobald die Pflanzen aus dem Aetherkasten genommen worden sind, müssen sie gut begossen und bespritzt und gleich zum Treiben gestellt werden. Sonst könnte der Aetherrausch ohne genügende Nachwirkung wieder aufhören, die Pflanzen also gewissermaassen „nüchtern" werden. Eine derartige wieder eintretende Nüchternheit nach dem Aetherisiren dürfte übrigens in gar nicht wenigen Fällen der Grund sein, dass Aether nicht überall eine Wirkung hat. In einer ausführlichen Darstellung der Untersuchungsresultate werde ich näheres über diese Verhältnisse mittheilen. Das Treiben nach dem Aetherisiren geschieht im Grossen und Ganzen in der üblichen Weise. Schon während des Aetherisirens kann in vielen Fällen — namentlich bei Flieder in den letzten Stadien der Nach-Ruhe — ein sehr deutliches „Brechen" der Knospen beginnen, und als Nachwirkung des Aethers ist eben ein im Anfange sehr beschleunigtes Hervorschiessen der Triebe zu bemerken. Gerade weil die Streckung so schnell geht, ist es meistens empfehlenswerth, etwas niedere Temperatur als für die betreffende Art üblich zu benutzen, jedoch muss es hier den Praktikern überlassen bleiben, selbst ihre Erfahrungen zu machen. Jedenfalls aber ist nach dem Aetherisiren so hohe Wärme wie ohne Aetherisiren nicht nöthig — einer der Vortheile meiner Methode. Nach dem Aetherisiren schiessen eine viel grössere Anzahl der Knospen hervor als ohne Aetherisiren, so dass es mitunter sehr rationell ist, namentlich viele der überflüssigen Laubsprosse oder Laubknospen zu entfernen, um den Blumen nicht zu viel Stoff zu entziehen. Ueberanstrengung der Wurzeln bei übermässigem Hervortreten der Knospen habe ich nicht sicher beobachtet. Die Entfernung der überflüssig austreibenden Knospen geschieht am sichersten *nach* der Aetherwirkung; durch viele Schnittwunden

dringt der Aether möglicherweise zu rasch in die Pflanzen hinein. Je nach der Temperatur im Treibhaus geschieht die Entwickelung der Triebe schneller oder langsamer, Flieder brauchen von Mitte November 3—4 Wochen, Prunus triloba von Ende November etwa 12—16 Tage. Wie es überhaupt beim Treiben empfohlen wird, ist es rathsam, in den letzten Perioden der Blüthenentfaltung die Pflanzen kühler zu halten als anfangs. Die gewöhnlichen Regeln der Treiberei ist es nicht meine Aufgabe des Näheren zu schildern; sie leiden keine wesentlichen Aenderungen durch das Aether-Verfahren.

4. Vortheile des Aether-Verfahrens und die Begrenzung seiner Anwendung.

Wie es im Näheren im 1. Abschnitt erwähnt wurde, kann — wenigstens in sehr vielen Fällen — die Ruheperiode in drei Phasen getheilt werden: Vor-, Mittel- und Nach-Ruhe. Und wie es aus Fig. 1 (S. 12) hervorgeht, wirkt das Aetherisiren bei Flieder nicht oder in ganz unzulänglicher Weise in der enger begrenzten Mittel-Ruhe. Ich habe in den Jahren 1895—97 regelmässig in der ersten Hälfte des September ganz gut entwickelte blühende Flieder-Topfpflanzen (Charles X) gehabt, nach Aetherisiren in den ersten Tagen von August. Die vorhandenen Blätter der Pflanzen sterben beim Aetherisiren ab, überhaupt vertragen Blätter die Aetherdosen, welche hier zur Verwendung kommen, nicht. Das Aetherisiren muss also auf entlaubte oder zu entlaubende Pflanzen beschränkt bleiben. Aetherisiren des Flieders (Charles X) in der 2. Hälfte vom August sowie im September und October (wenigstens anfangs October) giebt gewöhnlich kein brauchbares Resultat, die meisten Blüthenknospen sowie die oberen, kräftigeren Laubknospen sind dann nicht aus der Ruhe zu treiben; jedenfalls gelingt das nicht nach der hier geschilderten Methode. Ob durch Anwendung

höherer Temperaturen beim Aetherisiren oder Treiben ein Resultat zu erlangen wäre, kann ich nicht entscheiden. Für *Marie Legray* beginnt schon Ende September die Nach-Ruhe, wo mit gutem Erfolg ätherisirt werden kann. Für jedes Jahr und für verschiedene Kulturweise kann der ganze Verlauf der Ruhe-Schwingung übrigens etwas verschieden sein: im Jahre 1898 gelang das Aetherisiren erst bedeutend später als gewöhnlich. Werden Flieder in der enger begrenzten Mittel-Ruhe ätherisirt, bekommt man beim Treiben eine recht sonderbare Erscheinung: die kleineren, niederen Laubknospen sowie viele schlafende Augen brechen dann in reicher Fülle hervor, während, wie gesagt, die oberen Knospen sitzen bleiben. Ganz ähnliche Erfahrungen habe ich auch an sehr verschiedenen anderen Arten gemacht, und es hilft nichts, diese niederen Knospentriebe zu entfernen, die oberen, werthvollen Knospen schiessen doch nicht aus. Die Ruhephasen der verschiedenen Knospen-Etagen eines Zweiges folgen nicht genau mit einander. In der Nach-Ruhe und später, bei natürlichem Abschluss der Ruhe, wird wohl durch das rasche Austreiben der oberen Knospen den kleineren „Saft und Kraft" entnommen, um populär zu sprechen. Um die Zeit aber bedingt das Abschneiden der oberen Knospen bekanntlich das Hervorbrechen der unteren. Die Verhältnisse liegen also jetzt ganz anders als in der Mittel-Ruhe, jetzt sind Correlationen mit im Spiele, die sich nicht in der Mittel-Ruhe beim Aetherisiren äussern. Näheres hierüber an anderem Orte.

Für andere Arten habe ich keine speciellen Angaben bezüglich der Vor-Ruhe hier mitzutheilen. Die Anlage der Blüthen ist, wie es scheint, nicht immer so weit gediehen, dass Austreiben erfolgen kann, ehe die Vor-Ruhe ausklingt; es ist wohl auch hier eine recht bedeutende Knospenvariation vorhanden, jedenfalls bedeutender als zur Zeit der Nach-Ruhe. Es wird deshalb im Grossen und Ganzen wesentlich nur die Nach-Ruhe sein, während welcher das Aetherisiren von wirklich praktischem Nutzen sein

kann. Genaue Zeitpunkte für das früheste Treiben der verschiedenen Arten mittelst des Aether-Verfahrens kann ich nicht angeben, gerade weil die Unterschiede nach Jahrgang, Sorte und Kulturweise so gross sind. Ganz im Allgemeinen kann aber gesagt werden, das das Aether-Verfahren das Treiben der Sträucher 3—6 Wochen früher ermöglicht, als es unter sonst gleichen Bedingungen der Kultur und Vorbereitung gelingt. Für Zwiebelgewächse wird jedoch kaum etwas von Bedeutung zu gewinnen sein. Meine Erfahrungen mit der beliebten Tulpensorte *La Reine* sind derart, dass höchstens 8—12 Tage gewonnen werden können. Die ätherisirten Tulpen sind übrigens ganz unzweifelhaft weniger geneigt zum Sitzenlassen der Blumen. In den Kopenhagener Gärtnereien wird bis jetzt nur für Sträucher das Aether-Verfahren benutzt. Im November kann bei nicht retardirten Convallen Aetherisirung wohl von Nutzen sein. Retardirte Convallen werden schon von selbst willig treiben und Aetherisirung nicht von Nutzen sein.

Ganz besondere Berücksichtigung verdient das Aether-Verfahren bei Verwendung von Freilandpflanzen zum Treiben. Sehr schöne, frühzeitige Resultate habe ich mit verschiedenen Fliedersorten, Prunus triloba und Viburnum gehabt. Die Schnittblumenkultur kann unzweifelhaft durch diese Methode viel gewinnen.

Bei *Cytisus Laburnum* und dergleichen, viel Licht verlangenden Pflanzen lässt die Ruheperiode sich eben so gut abkürzen wie bei Flieder. Aber hier tritt die in der dunkelsten Jahreszeit schwer zu ergänzende, mangelhafte Beleuchtung als ein sehr ernstes Hinderniss in den Weg. Beschaffung einer künstlichen, den Pflanzen zuträglichen Beleuchtung würde gerade hier Wunder hervorrufen; die bisherigen Lichtquellen sind aber wohl vorläufig im Allgemeinen zu theuer — oder, wie electrisches Bogenlicht, nicht unschädlich für die meisten Kulturen.

Rosen lassen nach Aetherisirung viel früher und viel leb-

hafter als sonst ihre Knospen hervortreiben, aber auch hier sind die Beleuchtungsverhältnisse bei verfrühtem Treiben meistens viel zu ungünstig. Das äusserst lebhafte Hervorschiessen gerade bei Rosen würde übrigens hier eine nachfolgende Beschneidung nöthig machen.

Für Obst- und Weintreiberei könnte vielleicht das Aetherisiren von Nutzen sein — falls nicht auch hier mangelhafte Beleuchtung hinderlich sein wird. Erfahrungen auf diesem Gebiete habe ich nicht.

Mit Knollen habe ich fast nicht gearbeitet und wenig versprechende Resultate bekommen.

Und mit Zwiebeln vor Ausbildung der Wurzeln ist überhaupt kein praktisches Resultat zu erhalten. Es hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass diese Organe, ehe Wurzeln und Sprosse sich bilden können, wieder aus dem Aetherrausch getreten sind, wieder „nüchtern" werden.

Sehr schöne Beispiele solcher Rückgänge des Aetherrausches habe ich bei der Buche (*Fagus silvatica*) observirt. Es steht dies wohl damit in Verbindung, dass die Entfaltung der Buchenknospen immer sehr langsam beginnt. Einige Male ist es mir gelungen (nach wiederholtem Aetherisiren!), einige Knospen zu voller Entfaltung der Sprosse Ende Dezember zu zwingen; die meisten Knospen aber brechen nicht. Ein nicht geringer Theil der Knospen öffnen sich anfangs normal, die jungen Blattanlagen strecken sich aber nur wenig, vertrocknen bald und in ihren Achseln bilden sich recht schnell mehr oder weniger dicht gebaute Ruheknospen aus. Auch andere Vorgänge, welche als Rückgänge des Aetherrausches aufgefasst werden müssen, kommen vor. Hier kann jedoch nicht näher darauf eingegangen werden.

Wenn die Ruheperiode ganz vorüber ist, hat das Aetherisiren vor dem Treiben keinen Einfluss, ja scheint mir sogar das Hervorwachsen der Triebe anfangs ein wenig zu verlangsamen. Ob